

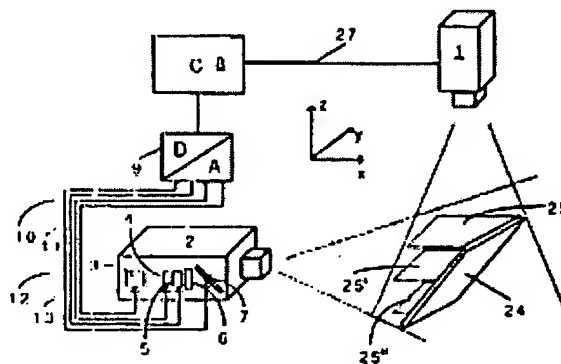
## Recording three-dimensional image of object - using active triangulation principle and object marker projector synchronised to video camera

**Patent number:** DE4115445  
**Publication date:** 1992-01-23  
**Inventor:** MALZ REINHARD (DE)  
**Applicant:** MALZ REINHARD (DE)  
**Classification:**  
- international: G01B11/00; G01B11/24; G06K9/20  
- european: G01B11/25K  
**Application number:** DE19914115445 19910511  
**Priority number(s):** DE19914115445 19910511; DE19904021279 19900705

### Abstract of DE4115445

The video camera (1) contains an image memory. A laser projector (2) has an encoding and storage device (8) which projects a code for optical marking onto the object. The projector is synchronised with the camera which records the markings with the object. The code is freely programmable and contains parts for controlling the laser intensity, the focus and beam deflection. The focus is varied with the deflection so as to traverse a given image sharpness adjustment range within a code period.

**USE/ADVANTAGE** - Conventional laser projector is improved and object marked with illumination of any structure and code. High efficiency adaptive coding is used to ensure reproducible high quality.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 41 15 445 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
**G 01 B 11/00**  
G 01 B 11/24  
G 06 K 9/20  
// G 01 M 11/00

②1 Aktenzeichen: P 41 15 445.2  
②2 Anmeldetag: 11. 5. 91  
④3 Offenlegungstag: 23. 1. 92

DE 41 15 445 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
05.07.90 DE 40 21 279.3

⑦1 Anmelder:  
Malz, Reinhard, 7012 Fellbach, DE

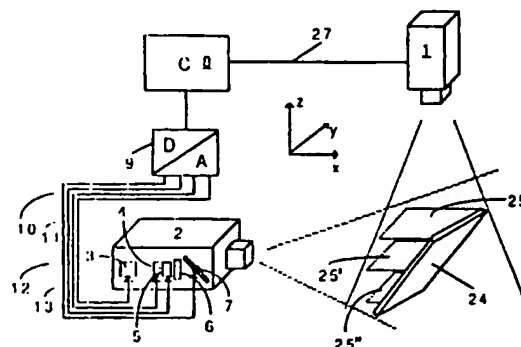
⑦4 Vertreter:  
Mierswa, K., Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 6800  
Mannheim

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Aufnehmen eines dreidimensionalen Bildes eines Objektes nach dem aktiven Triangulationsprinzip und Vorrichtung hierzu

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufnehmen eines dreidimensionalen Bildes eines Objektes (24) nach dem aktiven Triangulationsprinzip, mittels einer Videokamera (1), die eine Bildspeichereinrichtung aufweist, und eines Laserprojektors (2), der eine Optik (6) und eine Codier- und Speichereinrichtung (8) besitzt, die auf das Objekt einen Code zur Objektmarkierung in Form von Lichtschnittebenen (25, 25', 25'') mit einer vorgegebenen Frequenz projiziert, wobei der Projektor mit der Videokamera synchronisiert wird, die bei Aufnahme des Objektes die Objektmarkierungen mitaufnimmt. Der von der Codiereinrichtung (8) erzeugte Code ist frei programmierbar und besitzt Anteile zum Steuern der Intensität des Lasers (3), einer Fokus-Vorstellungseinrichtung (4) und einer Ablenkeinrichtung (7) für den Laserlichtstrahl, wobei der Fokus mit der Ablenkeinrichtung innerhalb des Code-Taktes einen vorgebbaren Bereich zur Bildscharfeinstellung durchläuft. Der Code wird synchron der Videokamera (1) zum Dekodieren zur Verfügung gestellt, wobei die Grauwerte der Bildfolge an derselben Bildkoordinate vom Dekodierer als Codewort erkannt und einer bestimmten Lichtschnittebene (25, 25', 25'') im Kontinuum der projizierten Lichtschnittebenen zugeordnet werden, die die absoluten Koordinaten des betrachteten Objektpunktes liefern.



DE 41 15 445 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufnehmen eines dreidimensionalen Bildes eines Objektes nach dem aktiven Triangulationsprinzip und eine Vorrichtung hierzu gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 4.

## Stand der Technik

In der Qualitätsprüfung von Einzelteilen oder Baugruppen ist es notwendig, topographische Eigenschaften der Teile oder Gruppen wie Welligkeit, Form- und Oberflächentreue bezüglich der geforderten Toleranzen ständig zu überprüfen und zu beurteilen. Als eine der Methoden der optischen Meßtechnik ist die 3-D-Topographie nach dem aktiven Triangulationsverfahren mit beleuchtungstechnischer Merkmalsextraktion bekannt. Dabei entspricht die Geometrie der des passiven Stereosehens, wobei ein Auge bzw. eine Kamera durch einen Projektor ersetzt wird, der die Objekte optisch markiert. Anschließend werden die Intensitätsmuster der Markierung im Bild bzw. in der Bildsequenz identifiziert und nach der geometrischen Triangulation in Höhen- bzw. in Distanzwerte umgerechnet.

Durch den Aufsatz von R. Mälz "Adaptive Light Encoding for 3-D-Sensing with Maximum Measurement Efficiency", in der Zeitschrift "Informatik-Fachberichte", Springer-Verlag, Oktober 1989, Seiten 98—105, ist ein Laser-Codeprojektor für die Projektion beliebiger Codes mit quasianalogen Eigenschaften bekannt geworden, der die Projektion von Codes mit maximal 3000 Worten und 2 bis 4096 Graustufen erlaubt. Die Projektion erfolgt mit einer maximalen Frequenz von 50 Hz, womit es möglich ist, 6 Vollbilder in der Zeit von 240 Millisekunden aufzunehmen.

## Technische Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den bekannten Laser-Codeprojektor weiter zu verbessern und insbesondere ein Verfahren anzugeben, welches instande ist, das Objekt mit beliebigen strukturierten und codierten Beleuchtungen zu markieren, wobei auch bisher nicht realisierbare adaptive Codierungen mit höherer Effizienz zum Einsatz kommen können und dadurch auch unter wechselnden Verhältnissen eine konstante und reproduzierbare hohe Qualität der Bildaufnahmen gewährleistet sein soll.

## Lösung der Aufgabe

Ein erfindungsgemäßes Verfahren und eine Vorrichtung zur Lösung der Aufgabe sind durch die Merkmale des Anspruchs 1 und 4 gekennzeichnet. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den zugehörigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

## Offenbarung der Erfindung und deren Vorteile

Das erfindungsgemäße Verfahren besitzt den Vorteil, daß es in den wesentlichen Parametern sehr flexibel ist und durch Verwendung der jeweils optimalen Codierung auch unter wechselnden Verhältnissen, wie beispielsweise unterschiedlichen Objekttopologien oder Reflexionseigenschaften, eine höhere Meßqualität liefern kann, als dies in der gleichen Meßzeit mit festkonfigurierten Beleuchtungsmustern herkömmlicher Verfahren möglich wäre.

Insbesondere können die Beleuchtungsmuster nach jedem Videobild trägheitsfrei umgeschaltet werden, so daß eine zeitlich lückenlose Bildaufnahme im Videobildtakt möglich ist, der in der Regel 25 Bilder pro Sekunde beträgt, bei speziellen Kamertypen aber auch mehrere hundert Bilder pro Sekunde erreichen kann. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann für verschiedenste Aufgaben der laufenden Qualitätskontrolle, auch bei kleinen Serien eingesetzt werden, z. B. zur Form-, Lage- und Teilerkennung von Objekten. In vorteilhafter Weise ist die Vorrichtung an verschiedene Arbeitsabstände und Arbeitsvolumina anpaßbar, weil während des Abscannens des Objektes mittels der Ablenkeinrichtung eine dynamische Fokussierung auf die mittlere Objekthöhe gegeben ist und weil eine Optimierung und Anpassung des Tiefenschärfebereichs an das Objekt mittels getakter Verstellung auch der Blende möglich ist.

Das gewünschte Linienbild ist am einfachsten und sehr platzsparend mit einer möglichst punktförmigen Lichtquelle hoher Intensität, die vorzugsweise ein Halbleiterlaser ist, zu erreichen, der darüber hinaus monochromatische Lichtverhältnisse liefert.

In vorteilhafter Weise gleicht die automatische Nachfokussierung des Fokusses des Projektors die verschiedenen Entfernungen zwischen dem Drehpunkt der Ablenkeinrichtung und dem Objekt aus, die sich beim Abscannen eines Gegenstandes durch den sich ändernden Winkel zwischen Strahlrichtung und Beobachtungsfläche ergeben können.

Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:

Fig. 1 eine prinzipielle Darstellung des Aufbaus und der Zusammenschaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine prinzipielle Darstellung eines erzeugten, mehrdimensionalen Codes, der Anteile für die Intensität des Lasers, den Ort der Ablenkeinrichtung, den Fokus und ggfs. für die Blende aufweist;

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine technische Ausführung des Projektors der Vorrichtung und

Fig. 4 eine um 90 Grad gedreht Ansicht von Fig. 3.

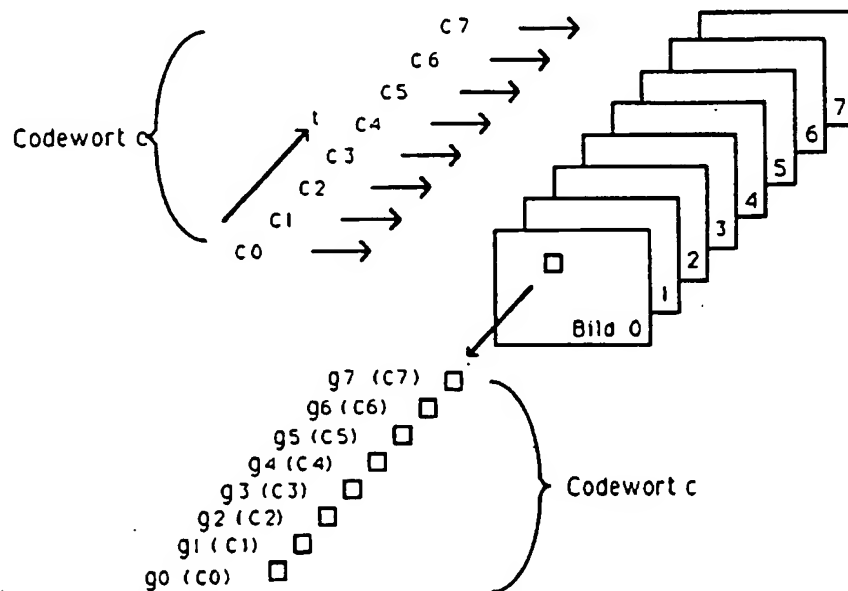
## Wege zur Ausführung der Erfindung

Beim Aufnehmen eines dreidimensionalen Bildes eines Objektes nach dem aktiven Triangulationsprinzip bei der weder Nachbarschaftseigenschaften (Stetigkeit), noch Farbinvarianz und Polarisationserhaltung des Objekts vorausgesetzt werden können und jeder Bildpunkt unabhängig einen Distanzwert liefern soll, bleibt als Codierungsdimensionen nur die Zeit.

Jedem Bildpunkt eines aufzunehmenden Objektes soll unabhängig von seiner örtlichen Umgebung ein Distanzwert zugeordnet werden können. Die Codeworte werden daher als zeitliche Sequenz von Intensitätswerten auf das Objekt projiziert. Ein Codewort oder -vektor  $c$  ist dann eine geordnete Liste mit  $w$  Buchstaben, die einem Alphabet  $A$  mit  $n$  Elementen entnommen sind:

$$c = (c_0, c_1, c_2, \dots, c_{w-1}) \text{ mit } c_i \in A, A := \{a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1}\}$$

Die Wertigkeit  $n$  eines Codes entspricht der Zahl der Grauwertklassen, die einzelnen Bilder einer Bildsequenz entsprechend den  $w$  Stellen eines Codewortes.



Das Prinzip der temporalen Intensitätscodierung ist in der vorstehenden Abbildung an einer einzigen Bildkoordinate dargestellt. Die Grauwertsequenz  $g$  kann einem bestimmten Codewort  $c$  zugeordnet werden, ohne daß benachbarte Bildkoordinaten berücksichtigt werden müssen.

Das Codewort  $c$  repräsentiert eine bestimmte Lichtschnittebene im Raum. Durch den Schnitt mit der Objektfläche des Objektes tauchen entsprechende Grauwertsequenzen  $g = f(c, \dots)$  an verschiedenen Bildkoordinaten auf, und zwar bei einem ebenen Objekt längs einer Linie (Gerade).

Unter beispielhafter Anwendung einer derartigen Codierung zeigt Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, bestehend aus einer Videokamera 1 und einem Laserprojektor 2, deren durch die Randstrahlen gebildete Öffnungskegel sich überschneiden und innerhalb der Überschneidung einen Arbeitsraum aufspannen, in welchem sich ein Objekt 24 befindet. Der Projektor 2 besitzt einen Laser, der vorzugsweise ein Halbleiterlaser 3 ist. Des weiteren weist der Projektor 2 einen Fokus mit einer Verstelleinrichtung auf, wobei Fokus und Verstelleinrichtung gemeinsam mit der Bezugsziffer 4 gekennzeichnet sind. Des weiteren besitzt der Projektor eine selbsttätig verstellbare Blende 5 und eine Optik 6, nach der eine Ablenkeinrichtung mit einer Scanneinheit für den Laserlichtstrahl folgt, wobei die Ablenkeinrichtung vorzugsweise einen Dreh- oder Kippspiegel 7 umfaßt.

Der Fokus 4 besitzt erfindungsgemäß eine Verstelleinrichtung, um das Linienbild auf dem Objekt 24, welches für drei Zeitpunkte durch die drei Lichtschnittebenen 25, 25', 25'' dargestellt ist, auf den Abstand  $Z(t)$  zu fokussieren, wobei dieser Abstand  $Z(t)$  der sich zeitlich ändernde Abstand vom Drehpunkt des Spiegels 7 bis zum momentanen Objektpunkt ist und dieser Abstand  $Z(t)$  sich zeitlich ändert entsprechend der Topographie des Objektes 24 und dessen Lage im Arbeitsraum. Aus der Kenntnis des minimalen und des maximalen Abstandes  $Z(t)$  von der Beobachtungsfläche des Objektes 24, dem Abstand von der bildseitigen Hauptebene  $H'$  zum Drehspegel 7 und der Gesamtbrennweite des optischen Systems läßt sich der notwendige maximale Verstellweg der Fokus-Verstelleinrichtung 4 bestimmen.

Die Fokus-Verstelleinrichtung 4 muß sehr schnell und präzise sein und, abhängig von der Scan-Frequenz, beispielsweise von 50 Hertz, einstellbar sein, weshalb die bewegten Massen gering sein müssen und die Eigenschwingung

der bewegten Teile nach Möglichkeit oberhalb der Frequenz der Bewegung liegen sollte.

Des weiteren weist der Projektor 2 eine Codier- und Speichereinrichtung 6 auf, deren Ausgang vorzugsweise auf einen Digital-Analog-Wandler 7 gegeben werden kann, der bei Vorhandensein den Code in spannungsabhängige Analogsignale umzuwandeln imstande ist.

5 In Fig. 2 ist schematisch ein mehrdimensionaler Code dargestellt, der hier beispielsweise zweiwertig und fünfstellig ist, also eine Bildsequenz mit fünf Bildern erfordert. Es können jedoch beliebige Codes zum Einsatz kommen, vorzugsweise analog-digitale Kombinationscodes mit kontinuierlicher Orts- und Intensitätsmodulation (MZX-Gray-Hybridcodes, siehe a. a. O.). Der Code enthält Anteile für die Steuerung der Intensität des Lasers 3, des Ortes der Ablenkeinrichtung 7, des Fokusses bzw. der Fokus-Verstelleinrichtung 4 und gegebenenfalls auch der Blende 5. Schematisch sind neben den Pfeilen für die Intensität, den Ort, den Fokus und die Blende 10 beispielhaft die möglichen zeitlichen Funktionen dargestellt, nach denen der Laser 3, die Ablenkeinrichtung 7, der Fokus 4 und die Blende 5 zeitlich gesteuert werden. Dementsprechend sind Ausgänge 8, 9, 10, 11 des Digital-Analogwandlers 7 mit der Ablenkeinrichtung 7, der Blende 5, der Fokus-Verstelleinrichtung 4 und den Laser 3 verbunden.

15 Zur Synchronisierung der Videokamera 1 mit dem Projektor 2 kann die Codier- und Speichereinheit 8 über eine Leitung 27 mit der Videokamera 1 verbunden sein; auf diese Weise wird der Code zur Decodierung der Videokamera zur Verfügung gestellt.

Ebenso ist es möglich, die Videokamera mit einem eigenen Codegenerator auszustatten, der den identischen Code wie die Codier- und Speichereinrichtung des Projektors erzeugt, wobei der Code-Generator der Videokamera und die Codier- und Speichereinrichtung des Projektors synchronisiert sind.

Die Arbeitsweise der Vorrichtung ist folgende:

25 Die Codier- und Bildspeichereinrichtung 8 erzeugt einen mehrdimensionalen Code wie vorstehend beschrieben bzw. gemäß der Fig. 2. Die verschiedenen Anteile dieses Codes steuern die verschiedenen Einrichtungen an, nämlich der Anteil der Intensität den Laser 3, der durch die Steuerung entsprechend moduliert wird. Der Anteil für den Ort steuert die Ablenkeinrichtung 7, der Anteil für den Fokus die Fokus-Verstelleinrichtung 4 an. Die Codier- und Speichereinrichtung 8 wird durch einen zentralen Takt gesteuert, so daß sämtliche Anteile des mehrdimensionalen Codes synchron verlaufen und ausgegeben werden.

30 Während der Integrationszeit eines Videobildes werden durch Ablenkung des Laser-Linienfokus mittels der Ablenkeinrichtung 7 zeitlich nacheinander die Buchstaben einer bestimmten Stelle aller Codeworte eines bestimmten Codes als diskrete oder kontinuierliche Folge von Lichtschnittebenen projiziert. Der Schnitt dieser Lichtschnittebenen, beispielsweise 25, 25', 25'', mit der Objektoberfläche 24 ergibt die entsprechenden Lichtschnittlinien.

35 Durch die zeitliche Integrationswirkung der Videokamera 1 erscheint jeder Scanvorgang im Videobild als flächenhafte strukturierte bzw. codierte Beleuchtung. Um alle w-Stellen eines w-stelligen Codes zu projizieren, sind demnach w-Scanvorgänge erforderlich. Die dabei entstehenden Bilder werden in einem Bildspeicher abgelegt.

40 Zur Decodierung dieser Codierung steht der Videokamera der identische, mehrdimensionale Code zur Verfügung, entweder aus der Codier- und Speichereinrichtung 8 über eine Leitung 27 oder aus einem eigenen Codegenerator, der mit der Codier- und Speichereinrichtung 8 synchronisiert ist. Die Grauwerte der Bildfolge an derselben Bildkoordinate werden vom Decodierer als Codewort erkannt und einer bestimmten Lichtschnittebene, im Kontinuum der projizierten Lichtschnittebenen 25, 25', 25'', zugeordnet, die die absoluten Koordinaten des betrachteten Objektpunktes des Objektes 24 liefern.

45 Die Fig. 3 und 4 zeigen eine technische, beispielhafte Ausführung des Projektors der Vorrichtung, bestehend aus einem Gehäuse mit einer Rückwand 14 und zwei Seitenwänden 14', 14''. Innerhalb des Gehäuses sind zwei parallel zueinander verlaufende Haltestangenpaare 17, 17' angeordnet. Im Bereich des einen Endes der Haltestangenpaare 17, 17' ist an einer Ablenk- oder Scanner-Einrichtung 15 ein Dreh- oder Kippspiegel 16 angeordnet, der dreh- oder kippbar gehalten ist und um einen Ablenkwinkel  $\theta$  ausgelenkt werden kann. Die Ablenk- oder Scannereinrichtung 15 erzeugt einen Takt, beispielsweise zwischen 50 Hz und 200 Hz, mit dem der Spiegel 16 50 jeweils um den Ablenkwinkel  $\theta$  ausgelenkt wird. Die Ablenk- oder Scannereinrichtung 15 ist mittels eines Spannklotzes 22 an der linken Seitenwand 14' des Gehäuses gehalten.

Am entgegengesetzten Ende der Führungsstangen 17, 17' ist ein Halbleiterlaser 23 angeordnet, der fest in eine Tauchspule 26 eingepaßt ist. Bei Erregung der Tauchspule 26 mit einem Wechselstrom, vorzugsweise gemäß der 55 Frequenz der Ablenk- oder Scannereinrichtung, führt der Laser 23 mechanische Schwingungen vor und zurück in Richtung der Längsachse 28 der Laserlichtstrahlen aus. Somit stellt der Laser 23 innerhalb der ortsfesten Tauchspule 26 eine Autofokusverstelleinheit dar. Zwischen dem Spiegel 16 und dem Laser 23 ist eine Zylinderlinse 18 angeordnet, auf die eine Blende 19 folgt, nach der wiederum eine Zylinderlinse 20 angeordnet ist.

60 Der Laser kann auch feststehend sein, wobei zwischen dem Laser und dem Objektiv eine Lichtleitfaser angeordnet ist, die in der Strahlrichtung des Lasers beweglich gehalten und mechanisch zu schwingen imstande ist.

Eine weitere Möglichkeit bei feststehendem Laser ist die zweimalige Strahlumlenkung über ein Prisma oder ein 90-Grad-Spiegelpaar, dessen longitudinale Bewegung eine virtuelle longitudinale Bewegung des Lasers bewirkt.

Gewerbliche Anwendbarkeit

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung sind insbesondere einsetzbar für

laufende Qualitätskontrollen in der Form-, Lage- und Teileerkennung von Objekten, an denen topographische Eigenschaften, wie Welligkeit, Form- und/oder Oberflächentreue detektiert werden sollen.

Liste der Bezugszeichen:

1 Videokamera (mit Bildspeichereinrichtung)	5
2 Projektor	
3 Halbleiterlaser	
4 Fokus und Fokus-Verstelleinrichtung	
5 Blende	10
6 Objektiv	
7 Ablenkeinrichtung	
8 Codier- und Speichereinrichtung	
9 Digital-Analogwandler	
10, 11, 12, 13 Ausgänge des Digital-Analogwandlers	15
14 Gehäuserückwand	
14', 14'' Gehäuse-Seitenwände	
15 Ablenk- oder Scannereinheit	
16 Dreh- oder Kipp-Siegel	
17, 17' Haltestangen	20
18, 20 Zylinderlinsen	
19 Blende	
21 Autofokusverstelleinheit	
22 Spannklotz	
23 Halbleiterlaser	25
24 Objekt	
25, 25', 25'' Lichtschnittebenen	
26 Tauchspule	
27 Leitung	
28 Mittellinie	30

Patentansprüche

- Verfahren zum Aufnehmen eines dreidimensionalen Bildes eines Objektes (24) nach dem aktiven Triangulationsprinzip, mittels einer Videokamera (1), die eine Bildspeichereinrichtung aufweist, und eines Laserprojektors (2), der eine Optik (6) und eine Codier- und Speichereinrichtung (8) besitzt, die auf das aufzunehmende Objekt einen Code zur optisch-flächenhaften Objektmarkierung in Form von Lichtschnittebenen (25, 25', 25'') mit einer vorgegebenen Frequenz projiziert, wobei der Projektor mit der Videokamera synchronisiert wird, die bei Aufnahme des Objektes die Objektmarkierungen mitaufnimmt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der von der Codiereinrichtung (8) erzeugte Code frei programmierbar ist und Anteile zum Steuern der Intensität des Lasers (3), einer Verstelleinrichtung (4) des Fokusses und der Ablenkung einer Ablenkeinrichtung (7) für den Laserlichtstrahl aufweist, und der Fokus mit der Ablenkeinrichtung innerhalb des Code-Taktes mitgeführt wird, dergestalt, daß der Fokus innerhalb des Code-Taktes einen vorgebbaren Bereich zur Bildschärfereinstellung durchläuft und daß der Code synchron der Videokamera (1) zum Dekodieren zur Verfügung gestellt wird, wobei die Grauwerte der Bildfolge an derselben Bildkoordinate vom Dekodierer als Codewort erkannt und einer bestimmten Lichtschnittebene (25, 25', 25'') im Kontinuum der projizierten Lichtschnittebenen zugeordnet werden, die die absoluten Koordinaten des betrachteten Objektpunktes des Objektes (24) liefern. 35
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Code ein mehrdimensionaler Code verwendet wird, der in spannungsabhängige Analogsignale gewandelt wird, die den Laser (3) (Intensität, den Fokus (4) (Optik), die Ablenkeinrichtung (7) (Ort) für den Laserlichtstrahl und gegebenenfalls die Blende (5) (Optik) des Projektors (2) ansteuern, wobei während einer Halbbewegung der Ablenkeinrichtung der Fokusabstand vom Projektor so mitgeführt wird, daß er dem (zeitlich veränderbaren) Abstand der Lichtschnittlinie vom Projektor angepaßt wird, und gegebenenfalls die Blende des Projektors so mitgeführt wird, daß der daraus resultierende Schärfentiefebereich des Projektors dem jeweils zu erwartenden Abstandsintervall der Lichtschnittlinienpunkte vom Projektor entspricht. 40
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Fokus und gegebenenfalls auch die Blende der Videokamera (1) gleichermaßen nachgeführt werden, so daß Videokamera und Projektor (2) gleichermaßen auf denselben Bereich des Objektes entsprechend der aktuellen Lichtschnittlinie konzentriert sind. 45
- Vorrichtung zum Aufnehmen eines dreidimensionalen Bildes eines Objektes (24) nach dem aktiven Triangulationsprinzip, bestehend aus einer Videokamera (1), die eine Bildspeichereinrichtung aufweist, und aus einem Laserprojektor (2), der eine Codier- und Speichereinrichtung (8) und eine Optik (6) besitzt, die auf das aufzunehmende Objekt (24) einen Code zur optisch-flächenhaften Objektmarkierung in Form von Lichtschnittebenen (25, 25', 25'') mit einer vorgegebenen Frequenz projiziert, wobei der Projektor mit der Videokamera synchronisiert ist, die bei Aufnahme des Objektes die Objektmarkierungen mitaufnimmt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Projektor (2) eine Verstelleinrichtung (4) des Fokusses und eine Ablenkeinrichtung (7) für den Laserlichtstrahl aufweist und daß der von der Codiereinrichtung (8) erzeugte Code 50

frei programmierbar ist und Anteile zum Steuern der Intensität des Lasers (3), der Verstelleinrichtung des Fokusses und der Ablenkeinrichtung aufweist, wobei der Fokus mit der Ablenkeinrichtung innerhalb des Codes-Taktes einen vorgebbaren Bereich zur Bildschärfereinstellung zu durchlaufen imstande ist und daß der Code synchron der Videokamera (1) zum Dekodieren zur Verfügung gestellt ist, wobei die Grauwerte der Bildfolge an derselben Bildkoordinate vom Dekodierer als Codewort erkannt und einer bestimmten Lichtschnittebene im Kontinuum der projizierten Lichtschnittebenen (25, 25', 25'') zugeordnet werden, die die absoluten Koordinaten des betrachteten Objektpunktes liefern.

5 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Laser (3) pulsmoduliert ist oder daß der Laser einen nachgeschalteten Modulator aufweist.

10 6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Laser (23) in einer Tauchspule (26) angeordnet ist, die mechanische Schwingungen vorgebbarer Amplitude und Frequenz in der Strahlrichtung des Lasers auszuführen imstande ist.

15 7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Laser und dem Objektiv eine Lichtleitfaser angeordnet ist, die in der Strahlrichtung des Lasers mechanisch mit vorgebbarer Frequenz und Amplitude zu schwingen imstande ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß über eine (oder mehrere) Lichtleitfasern mehrere, unabhängig voneinander modulierbare Laser unterschiedlicher Lichtfrequenz eingekoppelt werden können, dergestalt, daß mehrere unterschiedlich codierte Lichtsignale gleichzeitig gesendet und von einer Farbvideokamera getrennt ausgewertet werden können.

20 Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

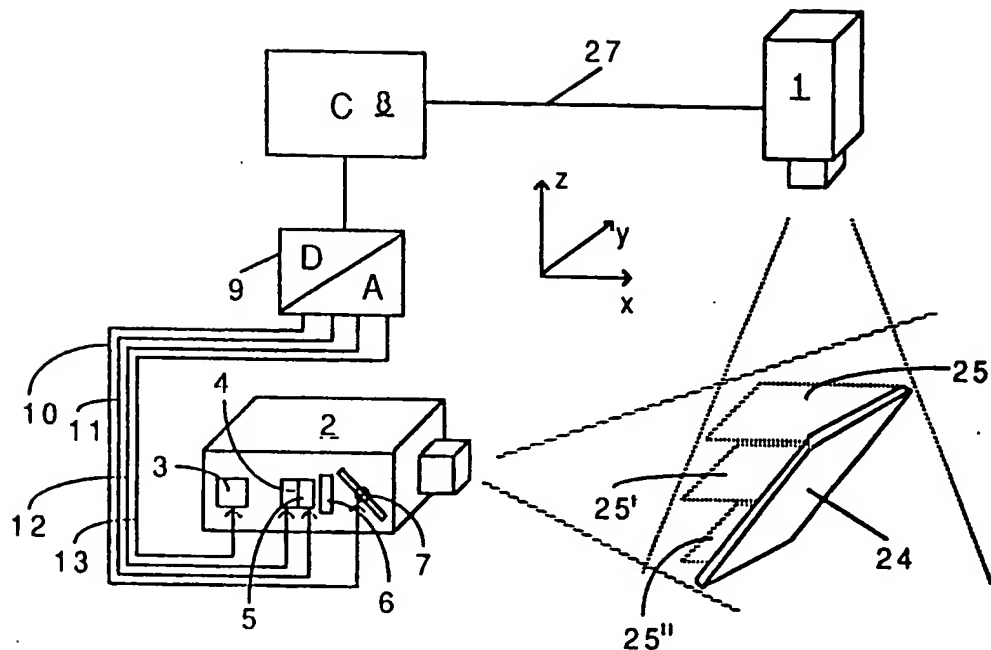


Fig. 1

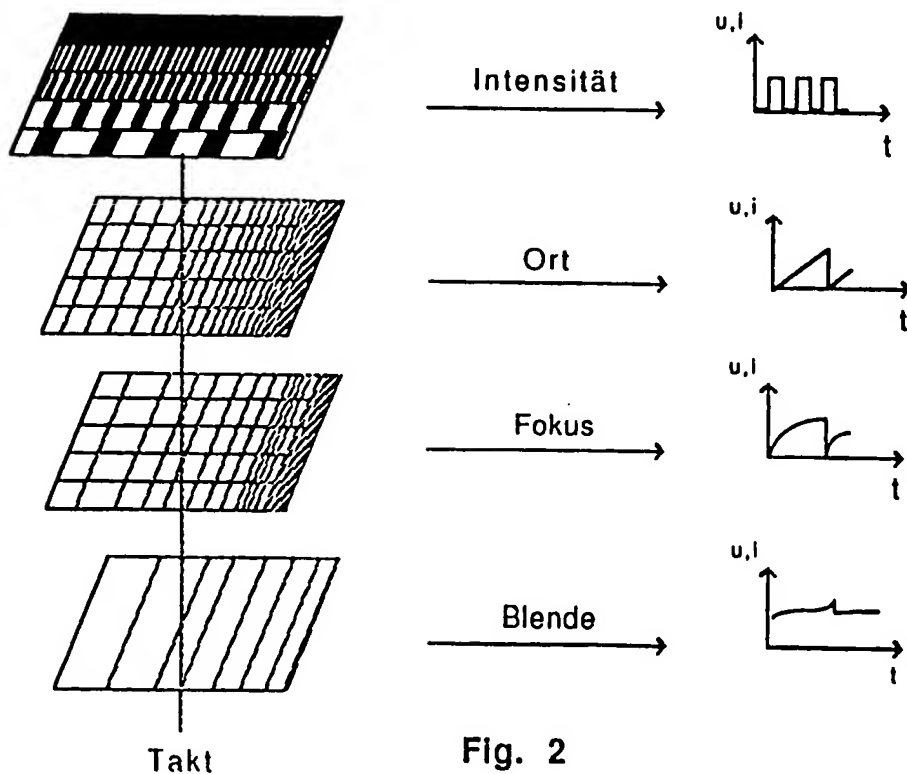


Fig. 2



